

SISTEMAS, COMPLEXIDADE, E OS SISTEMAS AMBIENTAIS NA PRÁTICA, NO BRASIL

Vinícios de Moraes Betiol
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
viniciosbetiol_geo@hotmail.com

EIXO TEMÁTICO: EPISTEMOLOGIA EM GEOGRAFIA FÍSICA

Resumo

Durante muitos anos, as ideias reducionistas, faziam com que os fenômenos fossem estudados separadamente. Porém, os resultados nem sempre eram satisfatórios, já que a compreensão do todo, é de grande importância para a análise dos problemas.

As mudanças começaram a aparecer, com as críticas feitas a essa visão. As contestações passaram a ser frequentes ao longo do século XX. Podemos destacar alguns dos autores, que foram responsáveis pela quebra de paradigma, como: Bertalanffy, Chorley, Jan, Smuts, Ross Ashby, Christofolletti, Strahler, dentre outros.

Com base nisso, temos como objetivo principal abordar a questão sistêmica, nos sistemas ambientais, e assim tentar encontrar mais oportunidades de respostas para questões que possam ser encontradas.

Podemos justificar a abordagem, pelo fato de ser algo que vem ganhando força entre diversos estudiosos, e demonstra ser a tendência filosófica em diversas áreas da ciência. Assim, podemos considerar de grande importância para a geografia física, o estudo dessa questão, que tem influenciado também nessa área.

A metodologia utilizada, foi de comparar a visão de diversos autores, em diversos contextos históricos, até o dia de hoje, para tentar compreender, o momento ideológico que vivemos atualmente.

Diante disso, tivemos como resultado, a compreensão de que na geografia física e também na análise ambiental, os estudos atuais, estão diante de grande influência das ideias de autores, que utilizam como base a teoria sistêmica.

Palavras-Chaves: Geografia Física, Teoria de Sistemas, Quebra de Paradigma.

Abstract

For many years, the reductionist ideas, meant that the phenomena were studied separately. However, the results were not always satisfactory, since the understanding of the whole, is very important for the analysis of the problems.

The changes began to appear, with the criticisms of this view. The protests have become common throughout the twentieth century. We highlight some of the authors, who were responsible for the paradigm shift, as Bertalanffy, Chorley, Jan, Smuts, Ross Ashby, Christofolletti, Strahler, among others.

Based on this, our main goal to address the systemic issue, environmental systems, so try and find more opportunities to answer questions that might be found.

We can justify the approach, because it is something that has been gaining momentum among many scholars, and proves to be a philosophical tendency in many areas of science. Thus, we consider of great importance to the physical geography, the study of this issue, which has also influenced this area. The methodology used was to compare the view of several authors from different historical

contexts, to this day, to try to understand the ideological moment we live today. Therefore, we had as a result, the understanding that the physical geography as well as in environmental analysis, the current studies are of great influence on the ideas of authors, using systems theory as a basis.

Key Words: Physical Geography, Systems Theory, Paradigm break.

Introdução

Ao longo da história, não é difícil observarmos, a postura de grandes estudiosos, focando os estudos, para fenômenos isolados. Faz parte da característica humana, procurar uma solução rápida para um determinado problema, sem querer fugir do foco local, que está sendo trabalhado.

Esse problema, persistiu por muito tempo, inclusive na concepção de muitos estudiosos, das mais diversas áreas de estudo, que focavam e especializavam-se em fenômenos localizados, sem haver uma preocupação com a complexidade que poderia levar um determinado local, à uma certa situação, em que estava.

Esse quadro passou a mudar, com as críticas feitas à essa visão, e essas contestações passaram a ser uma tendência ao longo do século XX. Muitos autores como Bertalanffy, Chorley, Jan, Smuts, Ross Ashby, Christofletti, Strahler, dentre outros, encarregaram-se de introduzir uma visão mais sistêmica nos fenômenos.

Com isso, tivemos uma grande mudança na abordagem analítica de diversas áreas, já que as teorias sistêmicas, foram introduzidas em todas as esferas de estudo, e a partir daí, podemos dizer que a forma de análise de todas as coisas, mudou consideravelmente.

Com base nisso, temos como objetivo geral, *abordar a questão sistêmica, nos sistemas ambientais. Temos ainda como objetivo secundário: a) analisar o embate entre holismo e reducionismo; b) Fazer um levantamento a respeito das definições de sistemas e complexidade; por fim, trabalhar com a questão dos sistemas ambientais e as ações antrópicas no Brasil.*

A metodologia utilizada, foi a de pesquisar a visão dos principais autores do assunto, ao longo dos anos, para poder compreender melhor a visão que está sendo formada atualmente, e assim poder empregar melhor tais ideias nos fenômenos atuais analisados.

A problemática a ser trabalhada, é o embate entre pensadores, que lutam para defender suas concepções a respeito de qual visão adotar no estudo de um fenômeno, podendo ser uma visão mais reduzida, como uma visão mais sistêmica, ou até mesmo um pouco de cada ideologia.

A base teórica tem partida com as ideias de Bertalanffy (1968), que destaca a importância da interação entre as partes, para que possamos falar de sistemas. Essa afirmação é o que dá espaço, para a ideia da multidisciplinaridade.

Tendo como base, as ideias sistêmicas de tal autor, outros debates podem ser abertos, como as contraposições entre holismo e reducionismo apontadas por Morin (1977), as considerações a respeito

de sistemas complexos feitas por Mattos (2004), e até mesmo a questão do imaginário trabalhada por Castoriadis (1982).

Principais questões

O imaginário e as concepções de mundo

De acordo com visão de mundo existente em cada momento histórico, será formada o imaginário de cada indivíduo, e esse imaginário modificará todo tipo de ação exercida. Castoriadis (1982), afirma que o imaginário será fundamental para a criação de representações daquilo que se imagina.

Assim, o imaginário, e também a visão científica, será de acordo com a visão de mundo a respeito de cada assunto. Esse imaginário, seja ele social ou científico, utilizará de formas representativas, que na maior parte das vezes é a escrita.

Tendo isso como base, podemos compreender que as representações científicas não serão iguais ao longo da história, já que em cada momento histórico, haverá um imaginário diferente, o que influencia diretamente na visão de mundo de cada um, inclusive na visão dos cientistas.

Dessa forma, fica fácil compreender a quebra de paradigmas, e confronto de ideologias, que ocorre cientificamente, e inclusive no que diz respeito à forma de abordagem analítica dos fenômenos, já que em um momento histórico tínhamos o reducionismo como base para os cientistas de diversas áreas, e o imaginário desses estudiosos, era formado de acordo com a visão de mundo que se tinha naquele momento.

Com a teoria de sistemas, não tivemos apenas uma nova teoria, tivemos uma teoria que representa uma nova forma de ver o mundo, em um ambiente histórico, que o pensamento local deixa de ser a base de tudo, e o imaginário dos grandes estudiosos, passa a ser o pensamento do todo, levando em consideração que um determinado fenômeno está ligado diretamente ou indiretamente com uma série de outros fatores.

Pontos desenvolvidos

A interrelação do holismo e do reducionismo

Na academia, é notório que as concepções estão sujeitas à contestações, por isso, seria errôneo falar em uma verdade absoluta, já que o ato de contestar, faz com que haja uma contínua contraposição de ideologias.

Assim, no estudo de qualquer fenômeno, devemos levar isso em consideração, e podemos ter como exemplo a contraposição de ideias reducionistas e holísticas. Durante muitos anos, a maioria dos cientistas, que eram orientados por uma visão de mundo diferente da que temos hoje, focavam no estudo dos fenômenos isolados.

Muitos desses, orientados por conceitos de Descartes, que dizia que o todo deveria ser dividido em partes, para que essas partes fossem, analisadas individualmente. Assim sendo, pouco se falava da introdução de elementos de fora dessas partes analisadas.

Essa postura, podemos dizer que era de grande limitação, já que não considerava, fatores externos que estavam influenciando em uma determinada análise. É nesse contexto, que ganha força a visão holística, que considera que precisamos pensar em um todo, para chegarmos a melhores resultados.

Porém, é importante destacar, que a polarização ideológica é um retrocesso, e não podemos passar a trabalhar exaustivamente com uma visão holística, e desprezar o reducionismo, já que o todo, depende da relação das partes.

Na abordagem de Morin (1977), o autor destaca que devemos considerar uma complementaridade entre as concepções reducionistas e holísticas. Para ele, o objetivo não é romper com o ser, com a existência e, com a vida no sistema, e sim, fazer uma compreensão do ser, da existência, e da vida, com o auxílio do sistema.

Com isso, podemos voltar a uma alegação já feita no texto, de que não existe verdade absoluta, e por isso, existe essa grande preocupação por parte de grandes autores, para que o holismo não se torne uma "arrogância" acadêmica, ao ponto de se denominar como a verdade absoluta, desprezando a visão reducionista.

Nesse caso, podemos dizer que o pensamento holista, mesmo vindo com fortes críticas, não veio para substituir o reducionismo, e sim, para trazer novas possibilidades, e interagir com o que se tinha anteriormente.

Sistemas e complexidade

Embora existam relatos de teorias sistêmicas até mesmo em civilizações como a da Grécia antiga, essa visão ganhou força acadêmica com o biólogo Ludwing von Bertalanffy, e nada mais é do que uma teoria com base holística, que tem na interdisciplinaridade o seu foco.

Mesmo tendo início na biologia, a visão sistêmica foi incorporada por muitos autores, de diversas áreas de estudo. Um autor que pode servir de exemplo é Ross Ashby, que introduziu a teoria de sistemas, na ciência cibernética, já na geomorfologia tivemos Chorley como pioneiro.

Bertalanfly (1968), define o sistema como um complexo de elementos em interação, deixando claro, que para que se possa falar em sistema de fato, é necessário haver a interação das partes. Essa afirmação é importante, pois com o aumento da utilização dos sistemas em diversas áreas, chegamos em um situação em que cada área de estudo faz uma interpretação diferente dos sistemas, o que gera algumas distorções conceituais. Alguns autores interpretam o sistema como uma simples soma das partes, e esquecem da interação entre elas, o que não era o objetivo dos primeiros estudiosos a trabalhar com os sistemas.

Geralmente esses autores, que buscam uma simplificação, e uma exatidão da teoria de sistemas, confundem também o que seria a complexidade em um sistema, acreditando ser apenas uma complicação existente.

Porém, os sistemas complexos vão muito além dessa visão de uma simples complicação. Para Mattos (2004), os sistemas complexos, apresentam características, que permitem a diferenciação em relação aos outros sistemas.

Podemos destacar como característica fundamental, o fato dos elementos que compõe um sistema complexo, interagirem de forma não-linear, fazendo com que haja a criação de laços de realimentação negativos e positivos, que controlam os estados do sistema.

Essa realimentação, é uma ação do próprio sistema, que busca uma estabilidade, que não é definitiva, e prevalece até a próxima perturbação no sistema, que iniciará um novo processo de trocas, até que a estabilidade seja alcançada novamente.

Para falar de complexidade de sistemas, podemos citar o exemplo do corpo humano. Os médicos especializam-se em determinadas áreas, como cardiologistas para estudar o coração, dermatologista para estudar a pele, e daí por diante.

A questão é que o corpo humano é um sistema complexo, e só funciona com a relação de todas as partes. Sendo assim, o que acontece na garganta, tem relação direta, com o funcionamento do estômago e do intestino, havendo troca de materiais e de energia. O mesmo ocorre com o funcionamento do pulmão, que está diretamente ligado com o funcionamento do coração. Também temos o exemplo do cérebro, que está diretamente ligado com todas as partes do corpo.

Sabendo disso, fica claro que se o médico estuda apenas uma parte do corpo, e despreza as outras que podem estar influenciando, o pensamento é unicamente reducionista, e foge da necessidade sistêmica, que o corpo humano precisa, para ser estudado de fato.

Esse caso do corpo humano, pode servir como base para o pensamento do sistema complexo de uma forma geral, já que todos os sistemas complexos, contém características semelhantes, no que diz respeito a relação das partes envolvidas. Os sistemas ambientais, podem entrar nessa lista também,

e é um dos sistemas mais importantes no estudo da geografia.

Sistemas ambientais

Para o nosso estudo, a compreensão da teoria sistêmica de uma forma geral, é importante, para dar uma base, mas o objetivo é trabalhar essa mesma teoria sistêmica, na geografia física, mas especificamente, na questão ambiental.

Para Christofolletti(1999), a maior parte dos sistemas envolvidos em análise ambiental, estão dentro de um ambiente, que faz parte de um conjunto maior. Esse conjunto maior, terá vários subsistemas, que sofrerão influência, desse conjunto maior, inclusive o subsistema que estiver sendo estudado especificamente.

Assim, temos sistemas antecedentes, e sistemas subsequentes, porém é importante ressaltar, que não existe uma definição exata do comportamento desses sistemas, e o sistema que é tido como subsequente, pode naturalmente voltar a exercer influência sobre o sistema antecedente, através da retroalimentação.

Como já foi falado anteriormente, Chorley foi o responsável por trazer a teoria de sistemas, para a geomorfologia. Chorley e Kennedy(1971) definiram onze tipos diferentes de sistemas, porém ressalta que apenas quatro são de grande importância para a geografia física e análise ambiental.

Podemos citar três desses, e o primeiro, são os sistemas morfológicos. Esse tipo de sistema é tido pelos autores, como composto exclusivamente pela associação de propriedades físicas e de seus elementos componentes, ligados com os aspectos geométricos e de composição, formando os sistemas menos complexos das estruturas naturais.

Na análise de sistemas morfológicos, alguns ambientes são definidos como propícios para que possa ser feita um estudo e correlação das variáveis geométricas e de composição. Dentre esses ambientes, podemos citar, dunas, restingas, praias, dentre outros.

Nos sistemas morfológicos, os componentes podem ser medidos, em altura, largura, comprimento, declive, dentre outros fatores, fazendo com que sua complexidade não seja tão elevada, já que não é levada em consideração toda uma cadeia de sistemas.

Já em um segundo sistema a ser citado, podemos falar dos sistemas em sequência, que é uma denominação para aqueles que levam em consideração toda uma cadeia de subsistemas, onde a saída de matéria e de energia de um subsistema, resulta na entrada desses componentes, em um outro sistema.

Nesse tipo de sistema, tenta-se fazer uma verificação da entrada e saída do sistema. Para esse caso, e dependendo do tipo de observação que se queira fazer, muitos autores definem formas mais

detalhadas de se fazer essa análise. Chorley e Kennedy, por exemplo, criaram um modelo que define a análise em caixa branca, caixa preta, e caixa cinza, em que cada modelo será aplicado para um foco diferente de análise.

Nesse tipo de sistema, podemos ter como exemplo, o transporte de sedimentos, já que os sedimentos, podem ficar em um rio, ou serem levados pelo vento, ou chegar à um perfil de praia, dentre outras situações. Esse movimento, seja para um ambiente ou para outro, faz com que os sedimentos saiam de um sistema e entrem em outro, e é uma análise perfeita para se estudar um sistema em sequência.

Para finalizar, temos os sistemas controlados, que é um tipo de sistema, que cada vez tem mais importância, devido o aumento de sua atuação. Nesses sistemas, o homem é o causador da interferência, fazendo com que hajam grandes mudanças nos sistemas de processo-respostas.

Essas intervenções podem funcionar de forma profunda, já que as atuações do homem, costumam ser em larga escala, o que modifica completamente a dinâmica de um sistema, e fazendo com que a distribuição de matéria e energia, seja completamente diferente do que era antes.

Um exemplo, é a cimentação e asfaltamento de ruas, intervindo na infiltração e percolação da água no sistema. A água que antes iria infiltrar, e percolar subterraneamente, fará outros caminhos, que geralmente tendem a percolação lateral, que é um tipo de fenômeno que costuma ocorrer quando os poros do solo estão saturados. Nesse caso a percolação lateral ocorre de forma artificial, e mudará toda a dinâmica do sistema.

Resultados alcançados

Os sistemas ambientais e as ações antrópicas no Brasil

Tendo como base as abordagens feitas no texto, temos como resultado a possibilidade de falar em sistemas ambientais em nosso país, já que tendo uma base teórica, nos vem em mente, a forma como essas questões vem sendo trabalhadas em nossa proximidade.

Os sistemas ambientais, no Brasil, enfrentam grandes problemas atualmente, já que as fronteiras políticas, não levam em consideração os sistemas. Assim, com o momento em que vivemos, de expansão urbana, a interferência humana, vem trazendo uma série de impactos negativos, para o funcionamento dos sistemas.

Podemos trabalhar com o exemplo das bacias hidrográficas e dos rios. Nesse caso, consideremos uma determinada bacia, com diversos rios que atravessem três cidades. Dificilmente teremos a união dos prefeitos, para definir o que deve ser feito nos rios, e muito menos em toda a bacia. Nesse contexto, a relação do homem com o rio, será local, em um ambiente, em que as

prefeituras irão fazer as intervenções necessárias em suas áreas, sem pensar nas cidades que os rios da bacia já passaram e sem pensar nas cidades em que os rios ainda irão passar.

Assim, é rotineiro vermos obras como as de retificação de rios, que servem como forma de urbanização em meios urbanos de determinadas cidades. O problema é que esses tipos de obras, poderão trazer alagamentos para outras cidades mais a frente, já que a retificação encurtará o rio, e aumentará a velocidade das águas, fazendo com que ele precise alargar-se mais para dar vazão a água.

Um outro grave exemplo de intervenção local, é a cimentação e canalização de um rio. Aparentemente, as obras podem ficar com um aspecto agradável, e em muitas das vezes, a população fica muito satisfeita com a obra da prefeitura.

Porém, um rio cimentado e canalizado, será danificado no seu sistema de sedimentos, o que poderá fazer com que ele deixe de ceder sedimentos, a um perfil de praia, quando for o caso. Uma simples obra como essa, que tem como objetivo, trazer resultados locais, pode trazer grandes efeitos negativos, para esse perfil de praia, fazendo com que a falta de sedimentos aumente o processo erosivo.

A visão local e momentânea de alguns governantes é tão grande, que em alguns casos, não precisamos nem mesmo citar casos de uma cidade prejudicando na outra. Muitas das vezes, uma obra que é feita visando resolver um problema de uma área específica, causa problemas graves poucos metros depois, na própria cidade, e em alguns casos, o novo problema causado, é maior que o problema resolvido, o que deixa claro que a interferência humana em um sistema ambiental, costuma ser catastrófica.

Obras de dragagem, servem de exemplo, já que geralmente a dragagem é feita em um determinado ponto do rio, o que não adianta muita coisa, já que a velocidade da água aumentará, e chegará a uma área sem dragagem, em que ocorrerá o alagamento. Além disso, a dragagem ainda tem um outro problema, que é a perda de sedimentos, com danos graves ao sistema, como já foi citado.

Esses exemplos, são de fatores físicos, mas ainda temos os fatores humanos, que geralmente não são associados ao sistema. A coleta de lixo, e a rede de esgoto, por exemplo, é algo que terá grande influência, no sistema dos rios e das bacias.

Muito se fala na quantidade de lixo, e na quantidade de esgoto, e em alguns casos fazem planos para a recuperação de rios, sem pensar que a parte social também tem influência no sistema. Nesses casos, se fizermos uma fuga da visão exclusivamente física, podemos ter uma percepção das motivações humanas, que levam a problemas físicos, e assim, conseguir melhores resultados analíticos.

Se um local não tem a coleta de lixo adequada, e não tem uma rede de esgoto compatível com as necessidades da população, o problema do lixo e do esgoto não é necessariamente físico, e sim social. Nesse contexto, ao invés de pensar em soluções exclusivamente físicas para o melhor

funcionamento do sistema, é necessário trabalhar com soluções sociais, que podem modificar o quadro físico desse sistema.

Assim, poderem nos relacionar melhor com os sistemas ambientais, diante da realidade do crescimento urbano. De acordo com Mendonça (2004), a natureza e o espaço urbano se completam, à medida que não tem como existir um espaço urbano sem que haja a usurpação de elementos da natureza, assim como não seria fácil viver em uma cidade com a preservação dos elementos iniciais da natureza.

É justamente por alternativas que viabilizem o crescimento urbano, de modo que os danos sejam mínimos à natureza, que boa parte dos especialistas na área, trabalham hoje pensando na problemática, e tendo como base a ideia de desenvolvimento sustentável.

Conclusões

Podemos concluir que estamos em um novo momento analítico do estudo de todos os fenômenos. Ao deixar de estudar partes separadamente, e passar a introduzir ambientes sistêmicos, que causam influências nas partes, que antes eram isoladas, houve uma grande quebra de paradigma, e à medida que tais ideias passaram a influenciar o estudo de diversas áreas, passamos a ter todas essas áreas que são influenciadas, tendo como base princípios comuns, mesmo que a interpretação e a adequação para cada área de estudo, seja diferente.

Assim, na geografia física e na análise ambiental, passamos a incorporar tal visão sistêmica, que vem ajudando a compreender melhor, a nova realidade que estamos vivendo da relação urbano-ambiental, em que a compreensão do sistema, é fundamental, para se chegar aos resultados mais apropriados.

Tendo isso como base, e sabendo que a relação de fenômenos físicos, com fenômenos humanos, não podem deixar de ser desprezados, podemos dizer que estamos começando a caminhar, em busca de melhores estudos, de melhores resultados, e de uma melhor relação homem-natureza, de forma com que o desenvolvimento pode ser mais sustentável.

Fontes bibliográficas

BERTALANFFY, Ludwing von. *General systems teory*. Nova York: Georges Brzziler, 1968.

CASTORIADIS, Cornelius. *A Intuição imaginária da sociedade* / Cornelius Castoriadis; tradução de Guy Reynaud; revisão técnica de Luis Roberto Salinas Fortes. - Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

CHORLEY, R. J., & KENNEDY, B. A. *Physical Geography: A systems approach*. London: Prentice-Hall International, 1971.

CHRISTOFOLETTI, Antonio: **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Blücher, 1999.

MATTOS, S. H. V. L de; Perez Filho, A./**Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 5. N° 1 (2004) 11-18.**

MENDONÇA, F. S.A.U. – *Sistema socioambiental urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade*. In: MENDONÇA, F. (org.) Impactos socioambientais urbanos. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

MORIN, Edgar. *La méthode. 1. La nature de la nature*. Paris: Seuil, 1977.